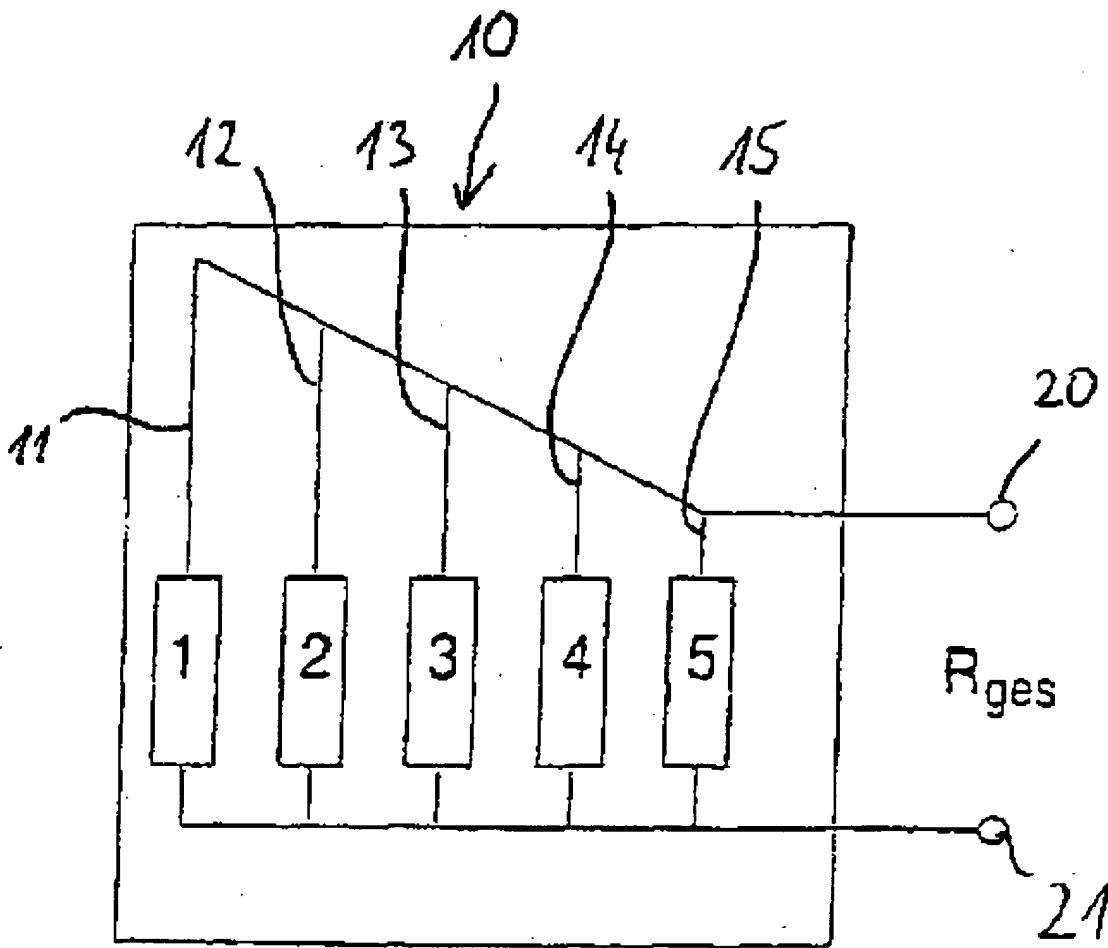


AN: PAT 1998-558656  
TI: Mechanical components with several wear sensors where the sensors are arranged so that resolution of wear locality is possible  
PN: DE19810674-A1  
PD: 22.10.1998  
AB: Mechanical components are provided with several wear sensors to establish their operational state with respect to wear. These components are characterised by the fact that the wear sensors (11-15) are arranged in such a way that resolution of wear locality is possible.; USE - In tools and machinery.  
ADVANTAGE - More accurate and detailed information about the state of wear is made available.  
PA: (FRAU ) FRAUNHOFER GES FOERDERUNG ANGEWANDTEN;  
IN: BOETTCHER R; LOEHKEN T; LUETHJE H;  
FA: DE19810674-A1 22.10.1998; DE29824985-U1 29.01.2004;  
CO: DE;  
IC: B23B-027/16; B23C-009/00; G01K-007/16; G01K-013/00;  
G01L-005/00; G01M-013/00; G01N-003/56;  
MC: M13-L; S02-F03X; S02-J03; S03-B01F; S03-F02B;  
DC: M13; P54; S02; S03;  
FN: 1998558656.gif  
PR: DE1010220 12.03.1997;  
FP: 22.10.1998  
UP: 10.02.2004





⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 10 674 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
G 01 M 13/00  
G 01 N 3/56  
G 01 K 7/16  
G 01 L 5/00

⑯ Aktenzeichen: 198 10 674.2  
⑯ Anmeldetag: 12. 3. 98  
⑯ Offenlegungstag: 22. 10. 98

⑯ Innere Priorität:  
197 10 220. 4 12. 03. 97  
⑯ Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE  
⑯ Vertreter:  
Einsel, M., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 38102 Braunschweig

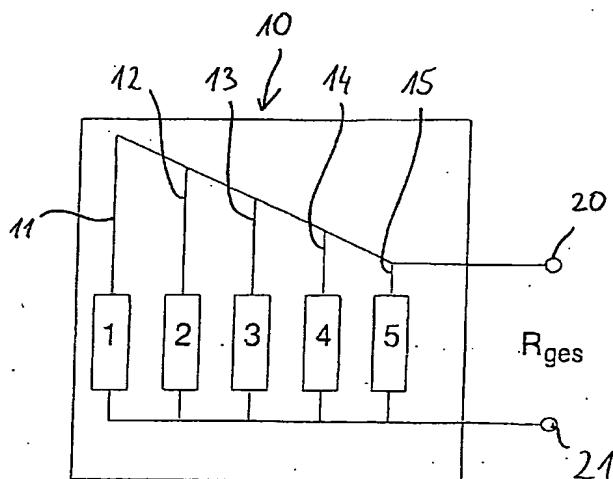
⑯ Erfinder:  
Löhken, Thomas, Dipl.-Ing., 38100 Braunschweig, DE; Lüthje, Holger, Dipl.-Ing., 25469 Halstenbek, DE; Böttcher, Reinulf, Dipl.-Ing., 38106 Braunschweig, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Mechanische Komponente mit mehreren Verschleißsensoren

⑯ Eine mechanische Komponente 10 mit mehreren Verschleißsensoren 11, 12, 13, 14, 15 zur Erfassung des Betriebszustandes hinsichtlich von Verschleiß der Komponente ist so aufgebaut, daß die Verschleißsensoren ortsauflösend sind. Hierzu sind sie bevorzugt als Leiterstrukturen eines elektrischen Leitersystems ausgebildet und in einer Gruppe zusammengeschaltet, die über zwei Kontaktstellen mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist. Die Verschleißsensoren sind dabei als Widerstände mit abgestuften Widerstandswerten ausgebildet, wobei die Abstufungen so vorgesehen sind, daß bei jeder möglichen parallelen Kombination der Einzelwiderstände jeweils ein anderer Gesamtwiderstand einstellbar ist.



DE 198 10 674 A 1

DE 198 10 674 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine mechanische Komponente mit mehreren Verschleißsensoren zur Erfassung des Betriebszustandes hinsichtlich von Verschleiß der Komponente.

Derartige mechanische Komponenten können Teile von Werkzeugen oder Maschinenbauteile oder ähnliches darstellen und an vielen Stellen Einsatz finden. Sie unterliegen während des Betriebes Belastungen, die sehr unterschiedlich sind und oft in extremer Weise nur lokal auftreten. Dabei können die Belastungen je nach Anwendung verschiedener Natur sein, beispielsweise mechanisch, thermisch, elektrisch oder chemisch. Alle diese Belastungen führen bei Überschreitung der spezifischen Grenzwerte zum Verschleiß oder zur Deformation, beispielsweise zum Bruch oder ähnlichem der Bauteile. Es ist daher wünschenswert, durch eine integrierte Zustandssensorik die jeweiligen Belastungszustände zu messen und damit eine geeignete Steuerung der Maschinen, Komponenten oder Werkzeuge vorzunehmen.

So wird beispielsweise in der DE 35 35 473 A1 und der DE 35 35 474 A1 vorgeschlagen, zum Erkennen von Grenzverschleiß oder Schneidenbruch bei Werkzeugen eine isolierte Leiterbahn in den Schneid- oder Verschleißwerkstoff einzubetten. Diese Leiterbahn ist dabei Teil eines Schaltkreises, der durch Auslösen eines Signals zum Abbrechen des Bearbeitungsvorganges dient. Nach Abtragen durch Verschleiß oder nach Zerstörung der isolierenden Decksschicht wird die Leiterbahn unterbrochen oder es kommt eine leitende Verbindung zwischen Leiterbahn und Werkstück zustande und das gewünschte Signal wird abgegeben.

Weiterentwickelte Indikatoren sind beispielsweise aus der EP 0 258 215 B1 bekannt. Diese zeigt eine Wendeschneidplatte mit Temperatur und Verschleißsensoren. Eine Anordnung von Leiterbahnen ist vorgesehen, welche mit dem Abtrag der Deckschicht nach und nach durchtrennt werden. Die Struktur besteht aus einer Vielzahl von Leiterschleifen, wobei zur Verschleißbestimmung jeweils überprüft wird, ob eine einzelne Schleife noch Strom führt oder nicht.

Im Sinne einer hohen Auflösung sollte die Zahl der Leiterschleifen möglichst groß sein, andererseits kann jedoch nur eine beschränkte Zahl von Kontaktstellen zu Signalübertragung bereitgestellt werden. Die Kontaktanzahl wird dadurch beschränkt, daß aufgrund der unter Umständen anspruchsvollen Arbeitsumgebung mit Metallspänen, Kühlschmiermitteln, Vibrationen und ähnlichen Einflüssen etwaige Kontaktierungen äußerst robust ausgelegt sein müssen, was zu Mindestgrößen dieser Kontaktstellen führt.

Auch die EP 0 685 297 A1 beschreibt ein Werkzeug für Umform- und Zerspanungsvorrichtungen, bei dem Verschleißsensoranordnungen mit mehreren Leitern vorgesehen sind. Dabei werden Oberflächenbeschichtungen vorgesehen, um die zum Teil hohen Anforderungen an die Komponenten oder Werkzeuge mit diesen Komponenten erfüllen zu können. Durch die spezifischen Materialeigenschaften dieser Schichten aus den Oberflächenbeschichtungen kann die Widerstandsfähigkeit der Komponenten gegen Belastungen thermischer, mechanischer und sonstiger Form erhöht werden. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Hartstoffsichten zu nennen, die eine breite Anwendung im Bereich der Schneidwerkzeuge erlangt haben. Die Verschleißsensoranordnungen werden dabei in Dünnschichttechnologie aufgetragen.

In der DE 43 12 354 C1 werden die Verschleißsensoren durch Stifte gebildet, die Reihenschaltungen aus Widerständen oder Parallelschaltungen aus Kapazitäten aufweisen, wobei jeder der Leiter mit einem unterschiedlichen Abstand von der dem Verschleiß ausgesetzten Oberfläche angeordnet

ist und diese dadurch nacheinander durchtrennt werden.

Die EP 0 396 585 B1 schlägt ein Schneidwerkzeug vor, bei dem Leiter in Beziehung zueinander angeordnet sind. Die Leiter sind elektrisch parallel angeordnet und erstrecken sich zu Kontaktplatten mit Kontaktvorrichtungen, die elektrische Signale von dem Werkzeug zu einem Signalprozessor übertragen sollen.

Alle diese durchaus interessanten Vorschläge haben den Nachteil, zwar eine Aussage über das gesamte Ausmaß des Verschleißes machen zu können, nicht aber über die Art und Form desselben; ferner ist auch die Auflösung, also die Genauigkeit der Verschleißangabe, unbefriedigend.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, hier genauere Angaben machen zu können.

15 Dies wird durch eine mechanische Komponente mit mehreren Verschleißsensoren zur Erfassung des Betriebszustandes hinsichtlich von Verschleiß der Komponente erreicht, bei der die Verschleißsensoren ortsauf lösend vorgesehen sind.

20 Durch die ortsauf lösende Anordnung der Verschleißsensoren ist eine detailliertere Feststellung möglich, wo in dem Belastungsbereich der Verschleiß in welcher Form fortschreitet.

Bevorzugt werden dabei die Verschleißsensoren als Leiterstrukturen eines elektrischen Leitersystems ausgebildet. Insbesondere werden die Verschleißsensoren in einer Gruppe zusammengeschaltet, die über zwei Kontaktstellen mit einer Auswerteausrichtung verbunden ist. Besonders bevorzugt werden dabei die Verschleißsensoren als Widerstände mit abgestuften Widerstandswerten ausgebildet, wobei die Abstufungen so vorgesehen sind, daß bei jeder möglichen parallelen Kombination der Einzelwiderstände jeweils ein anderer Gesamtwiderstand einstellbar ist.

Dadurch entsteht ein Aufnehmer mit einer quasi digitalen Auswertung. Mit dem Durchtrennen einer einzelnen Leiterbahn wird genau ein Widerstand aus einer Anordnung mehrerer parallel geschalteter Widerstände entfernt bzw. eine der parallelen Leitungen entfällt. Dieses Durchtrennen findet in dem Bereich statt, in dem der Verschleiß fortschreitet.

25 30 35 40 Durch den Fortfall der einen parallelen Leitung erhöht sich sprunghaft der Gesamtwiderstand des Netzwerkes. Zum Auslesen des Verschleißzustandes reichen zwei Kontaktstellen, unabhängig davon, mit welcher Auflösung die Verschleißzone letztlich bestimmt werden soll.

45 Die geeignete Abstufung der Widerstandswerte in den einzelnen Leitungen führt zu einem präzisen zweidimensionalen Bild der Verschleißzone. Der Ausfall einer der Leitungen führt zu einem sehr konkreten und vorhersehbaren Wert des Gesamtwiderstandes, so daß rückrechnend sofort aus dem Gesamtwiderstand ermittelt werden kann, welche der Leitungen ausgefallen ist, wo also der Verschleiß eingetreten ist.

50 55 60 65 70 Es entsteht eine Möglichkeit der zweidimensionalen Lokalisierung eines Verschleißbereignissen. Die Form und Ausbreitung der Zone, welche sich bei verschiedenen Bearbeitungssituationen deutlich ändert, ist für die Funktionsfähigkeit des gesamten Systems nicht mehr von Belang; sie führt lediglich und im Gegenteil zu unterschiedlichen, aussagekräftigen Werten. In einer bevorzugten Ausführungsform kann auch eine dreidimensionale Lokalisierung eines Verschleißbereignisses erfolgen, indem mehrere Lagen von der Verschleißsensorik und entsprechende Isolationsschichten übereinander angeordnet werden.

Bei der beispielhaften Anwendung auf dem Gebiet der Schneidwerkzeuge, zum Beispiel einer Wendeschneidplatte, treten spezifische Verschleißerscheinungen auf.

Die sogenannte Kolkzone, also der Bereich, in dem ein Verschleiß im Bearbeitungsbereich eingetreten ist, variiert

bedingt durch die verschiedenen Bearbeitungsfälle in Größe, Ausbreitungsrichtung, Ausbreitungsgeschwindigkeit und Lage und kann durch die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt bereits ausgefallenen Leitungen auswerteseitig präzise angegeben werden.

Der Gesamtwiderstand kann nur diskrete Werte annehmen. Es läßt sich also mit sehr hoher Zuverlässigkeit feststellen, welcher Gesamtwiderstand vorliegt (bzw. welcher Widerstand abgetrennt wurde). Es kombiniert sich also der Vorteil von wenigen Kontaktstellen, die wie eingangs erwähnt zu einer hohen Robustheit des Systems und damit zu geringer Fehleranfälligkeit führt, mit einer fast digitalen Sicherheit des Auslesens der nun besonders zuverlässig eintretenden Meßwerte.

Die Zuverlässigkeit läßt sich noch weiter erhöhen, wenn die Widerstandswerte so gewählt werden, daß eine thermische Änderung der einzelnen Widerstände immer zu einer kleineren betragsmäßigen Widerstandsänderung führt als eine verschleißbedingte Widerstandserhöhung. Dadurch können die durch thermischen Einfluß im Stand der Technik eintretenden Fehler minimiert werden.

Eine weitere Steigerung der Zuverlässigkeit läßt sich durch eine Verringerung der Kontaktstellenzahl dann erzielen, wenn der Werkzeuggrundkörper als Massleitung eingesetzt wird. Dies erlaubt auch eine größere Freiheit beim Design der Sensoren.

Eine weitere Steigerung der Zuverlässigkeit wird durch ein Abgleich der Verschleißsensoren mit dem Signal eines zusätzlich vorgesehenen Temperatursensors oder eines der vorhandenen Dünnsschichtwiderstände mit entsprechenden Ableitungen erreicht. Thermische Schwankungen der Verschleißsensoren lassen sich durch eine solche Kombination der Sensoren sehr gut kompensieren, so daß weitere Möglichkeiten der Auswertung entstehen.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die zur Temperaturmessung eingesetzten Temperatursensoren Thermistoren sind und diese bevorzugt darüber hinaus mittels einer Vierpunkt-methode ausgewertet werden. Dadurch wird der Einfluß durch Zuleitungen und Kontaktwiderständen minimiert und der Ort der Messung ist eindeutig auf einen kleinen, lokal definierten Bereich beschränkt, Problematisch im Stand der Technik war gerade bei Temperatursensoren nämlich, daß auch die Temperatur der Zuleitungen und Kontaktwiderstände mit in die Gesamtmeßung einging und so letztlich lediglich ein integrales Bild einer größeren Zone entstehen konnte.

Die Auskopplung der Signale kann mittels galvanischer Kontakte erfolgen oder vorteilhafterweise mit telemetrischen Verfahren wie kapazitiven oder induktiven Verfahren.

Von besonderem Vorteil ist es, daß die beschriebenen, erfundengemäßen mechanischen Komponenten auch mit nicht planaren Oberflächen realisierbar sind. Hierzu werden fokussierende Strahlverfahren mit Nutzen angewandt, wie beispielsweise direktschreibende Verfahren mit großer Tiefenschärfe, etwa Laser-, Elektronen- oder Ionenstrahlolithographie. Ebenfalls geeignet sind maskengestützte Verfahren mit großer Tiefenschärfe, zum Beispiel die Röntgenstrahlolithographie. Die Strukturierung kann auch mit Hilfe von Fotomasken und scannenden Verfahren, etwa mittels Laserscanner oder flexiblen Belichtungsmasken durchgeführt werden.

Zur Herstellung der erfundengemäßen mechanischen Komponenten mit ihren Verschleißsensoren und weiteren Elementen nach der Dünnsschichttechnologie werden bevorzugt CVD (chemical vapor deposition)- und PVD (physical vapor deposition)-Verfahren angewandt. Die Schichtherstellung erfolgt dabei vorzugsweise bei höheren, der mechanischen Komponente angepaßten Substrattemperaturen. Für

Werkzeuge aus Hartmetall kommen beispielsweise insbesondere Temperaturen von 100°C bis 1200°C zum Einsatz.

Die Schichten werden durch spezielle, gradierte Zwischenschichten an den Grundkörper gebunden, so daß sich eine sehr gute Haftung ergibt. Hierzu werden bevorzugt ionenunterstützte Verfahren, insbesondere metallionenunterstützte Verfahren, eingesetzt.

Die Kombination von isolierenden und elektrisch leitenden Schichten wird erfundengemäß bevorzugt so gewählt, daß der Gesamtaufbau die für die jeweilige Anwendung erforderliche Härte und Zähigkeit besitzt. Dabei kommen als Isolatorschichten vorzugsweise Hartschichten zur Anwendung. Geeignet sind beispielsweise kubisches Bornitrid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Diamant,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . Für die Sensorschichten werden Materialien mit guter Haftung und Langzeitstabilität eingesetzt, z. B. Titan, Molybdän, Chrom und/oder Chromnickel.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfahrung anhand der Figuren näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine detailliertere Darstellung einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung einer realisierbaren Anordnung;

Fig. 4 eine Anordnung mit Temperatursensoren.

Fig. 1 zeigt eine mechanische Komponente 10 mit 5 Verschleißsensoren 11, 12, 13, 14, 15. Die Verschleißsensoren bestehen jeweils aus einer elektrischen Leitung mit einem Widerstand 1, 2, 3, 4, 5. Diese Widerstände der Verschleißsensoren sind miteinander parallel zu einem elektrischen Leitersystem verbunden und über zwei Kontaktstellen 20, 21 nach außen geführt. Nach den üblichen Regeln der elektrischen Schaltungen bildet das gesamte Leitersystem einen Widerstand  $R_{ges}$ .

Die in Fig. 1 rein schematisch dargestellte mechanische Komponente 10 sei nun Verschleiß ausgesetzt der in mehr oder weniger beliebiger Richtung einsetzen kann. Zur Verdeutlichung sei hier Fig. 2 herangezogen.

Wiederum ist die mechanische Komponente 10 zu erkennen, wobei hier zwei Gruppen von Verschleißsensoren dargestellt sind, als V1 und V2 bezeichnet. Bei einer aus einer beliebigen Richtung fortschreitenden Abnutzung der mechanischen Komponente 10 durch Verschleiß werden zu einem unbestimmten Zeitpunkt Teile der Leiterstruktur, die von den Gruppen von Verschleißsensoren V1 und V2 gebildet ist, angegriffen und zerstört. Es werden dann Abtrennungen in den Leiterbahnen stattfinden. Der Widerstand einer solchen einzelnen Leiterbahn, die ja einen Verschleißsensor repräsentiert, steigt damit spontan auf unendlich, was in einer Parallelschaltung mehrerer Widerstände zu einer sprunghaften, diskreten, quasi digitalen Erhöhung des Gesamtwiderstandes führt.

Wählt man dabei die Widerstände, R1, R2, R3, R4 und R5 jeweils unterschiedlich, und zwar derart, daß eine Addition jeweils einer beliebigen Zusammenstellung der verbleibenden Widerstände zu einem unterschiedlichem Gesamtwiderstand führt, so kann aus diesem neu entstehenden Gesamtwiderstand sofort rückgerechnet werden, welche der Leiterbahnen wohl abgetrennt wurde. Dies gilt auch für mehrere Leiterbahnen.

Mit M ist dabei in Fig. 2 die Massleitung angegeben, die bevorzugt durch den Strukturgrundkörper selbst gebildet wird.

Fig. 3 schließlich zeigt ein aktuell mögliches Aufbauen einer solchen Gruppe von Verschleißsensoren aus mehreren verschiedenen Dünnsschichtwiderständen R1, R2, R3, R4 und R5 sowie einer Masse M. Solche Netzwerke sind mit

Dünnsschichttechnologie ohne weiteres zu realisieren. Natürlich sind auch beliebige andere Anordnungen von Netzwerken möglich.

Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäß mögliche Anordnung von Temperatursensoren, hier Thermistoren, die mittels einer Vierpunktmetode ausgewertet werden. Zu erkennen ist ein erster Temperatursensor 30 und ein zweiter Temperatursensor 31. Die mechanische Komponente 10 ist wiederum Verschleiß ausgesetzt, wobei die hier gewählte Anordnung der Sensoren davon ausgeht, daß es sich bei dem äußeren Rand der mechanischen Komponente 10 um eine Schneidkante 40 handelt. Die Kolkmitte wird bei 41 und das Verschleißmaximum bei 42 angenommen. Die sieben nach unten führenden Leiterbahnen sind die Anschlußleitungen für die Vierpunktmeßung.

Der Sensor 30 liegt direkt im Bereich des Verschleißmaximums und wird im Laufe des Betriebes zerstört, während sich der Sensor 31 außerhalb der Verschleißzone befindet. Durch eine Kalibrierung von Temperatursensor 31 mit Temperatursensor 30 liefert auch der verbleibende Temperatursensor 31 genaue Informationen über die Temperatur im Bereich der Kolkmitte.

#### Bezugszeichenliste

1 Widerstand	25	4. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißsensoren als Widerstände (1, 2, 3, 4, 5) mit abgestuften Widerstandswerten ausgebildet sind, wobei die Abstufungen so vorgesehen sind, daß bei jeder möglichen parallelen Kombination der Einzelwiderstände jeweils ein anderer Gesamtwiderstand einstellbar ist.
2 Widerstand		5. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine dreidimensionale Verschleißmessung mittels mehrfach übereinander angeordneter Isolationsschichten und Verschleißsensoren erfolgt.
3 Widerstand		6. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Strukturgrundkörper als Masseleitung dient.
4 Widerstand		7. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Temperatursensoren (30, 31) zur Erfassung des Betriebszustandes hinsichtlich der Temperatur vorgesehen sind.
5 Widerstand	30	8. Komponente nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß Thermistoren als Temperatursensoren (30, 31) vorgesehen sind.
10 mechanische Komponente		9. Komponente nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswertung der Temperatursensoren (30, 31) bzw. Thermistoren durch eine Pier-Methode erfolgt.
11 Verschleißsensor		10. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verschleißsensorsignal mit dem Temperatursensorsignal oder mit einem Dünnsschichtwiderstand mit Ableitungen abgeglichen wird.
12 Verschleißsensor		11. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleiß- und/oder Temperatursensoren durch fokussierende Strahlverfahren oder maskengestützte Verfahren oder flexible Belichtungsmasken hergestellt oder auf die Oberfläche des Strukturgrundkörpers aufgebracht werden.
13 Verschleißsensor	35	12. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren mittels CVD- oder PVD-Verfahrens unter für den Strukturwerkstoff angepaßten Temperaturen, insbesondere höheren Temperaturen, hergestellt werden.
14 Verschleißsensor		13. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren bei Temperaturen von 100 bis 1200°C hergestellt werden.
15 Verschleißsensor		14. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere gradierte Zwischenschichten vorgesehen sind, die zwischen Struktur und Sensor aufgebracht sind.
20 Kontaktstelle		15. Komponente nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht durch ionenunterstützte Verfahren, insbesondere metallionenunterstützte Verfahren, aufgebracht wird.
21 Kontaktstelle		16. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatorschichten und elektrisch leitenden Schichten in Abhängigkeit der vorzusehenden Härte und Zähigkeit des Gesamtaufbaus miteinander kombiniert sind.
30 Temperatursensor	40	17. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Isolatorschichtmaterial eine kubische Bornitrid-, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Schicht oder eine Diamantschicht oder eine Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> -Schicht und als Sensormaterial Materialien mit guter Haftfähigkeit und Langzeitstabilität, insbesondere Titan, Molybdän, Chrom und/oder Chromnickel
31 Temperatursensor		
40 Schneidkante		
41 Kolkmitte		
42 Verschleißmaximum		
M Masse	45	
R1 Widerstand		
R2 Widerstand		
R3 Widerstand		
R4 Widerstand		
R5 Widerstand		
V1 Gruppe von Verschleißsensoren	50	
V2 Gruppe von Verschleißsensoren		

#### Patentansprüche

1. Mechanische Komponente mit mehreren Verschleißsensoren zur Erfassung des Betriebszustandes hinsichtlich von Verschleiß der Komponente, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißsensoren (11, 12, 13, 14, 15) ortsauflösend vorgesehen sind.
2. Komponente nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißsensoren (11, 12, 13, 14, 15) als Leiterstrukturen eines elektrischen Leitersystems ausgebildet sind.
3. Komponente nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißsensoren (11, 12, 13, 14, 15) in einer Gruppe zusammengeschaltet sind, die über zwei Kontaktstellen (20, 21) mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist.

4. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißsensoren als Widerstände (1, 2, 3, 4, 5) mit abgestuften Widerstandswerten ausgebildet sind, wobei die Abstufungen so vorgesehen sind, daß bei jeder möglichen parallelen Kombination der Einzelwiderstände jeweils ein anderer Gesamtwiderstand einstellbar ist.
5. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine dreidimensionale Verschleißmessung mittels mehrfach übereinander angeordneter Isolationsschichten und Verschleißsensoren erfolgt.
6. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Strukturgrundkörper als Masseleitung dient.
7. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Temperatursensoren (30, 31) zur Erfassung des Betriebszustandes hinsichtlich der Temperatur vorgesehen sind.
8. Komponente nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß Thermistoren als Temperatursensoren (30, 31) vorgesehen sind.
9. Komponente nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswertung der Temperatursensoren (30, 31) bzw. Thermistoren durch eine Pier-Methode erfolgt.
10. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verschleißsensorsignal mit dem Temperatursensorsignal oder mit einem Dünnsschichtwiderstand mit Ableitungen abgeglichen wird.
11. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleiß- und/oder Temperatursensoren durch fokussierende Strahlverfahren oder maskengestützte Verfahren oder flexible Belichtungsmasken hergestellt oder auf die Oberfläche des Strukturgrundkörpers aufgebracht werden.
12. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren mittels CVD- oder PVD-Verfahrens unter für den Strukturwerkstoff angepaßten Temperaturen, insbesondere höheren Temperaturen, hergestellt werden.
13. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren bei Temperaturen von 100 bis 1200°C hergestellt werden.
14. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere gradierte Zwischenschichten vorgesehen sind, die zwischen Struktur und Sensor aufgebracht sind.
15. Komponente nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht durch ionenunterstützte Verfahren, insbesondere metallionenunterstützte Verfahren, aufgebracht wird.
16. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatorschichten und elektrisch leitenden Schichten in Abhängigkeit der vorzusehenden Härte und Zähigkeit des Gesamtaufbaus miteinander kombiniert sind.
17. Komponente nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Isolatorschichtmaterial eine kubische Bornitrid-, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht oder eine Diamantschicht oder eine Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schicht und als Sensormaterial Materialien mit guter Haftfähigkeit und Langzeitstabilität, insbesondere Titan, Molybdän, Chrom und/oder Chromnickel

verwendet werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

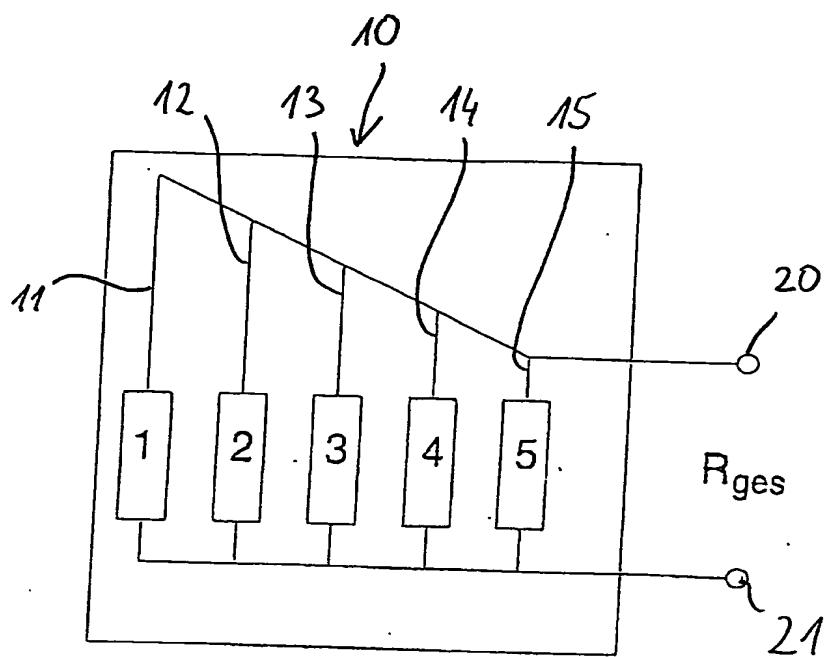


FIG. 1

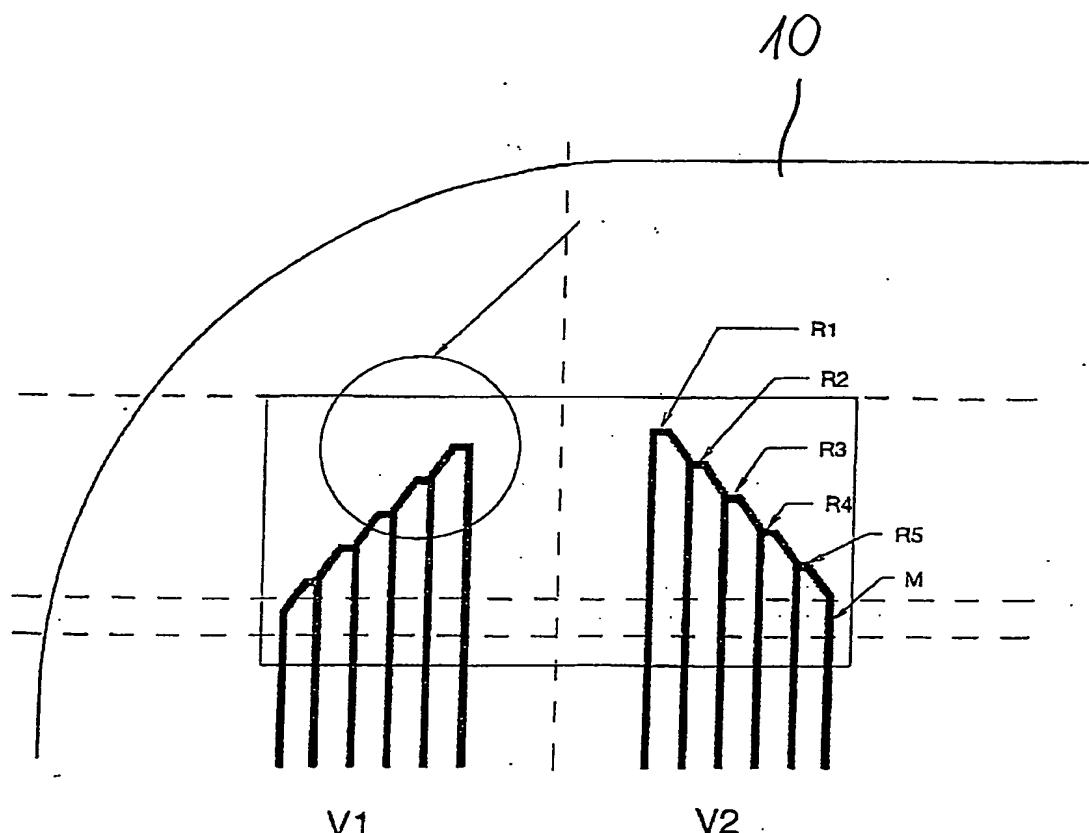


FIG. 2

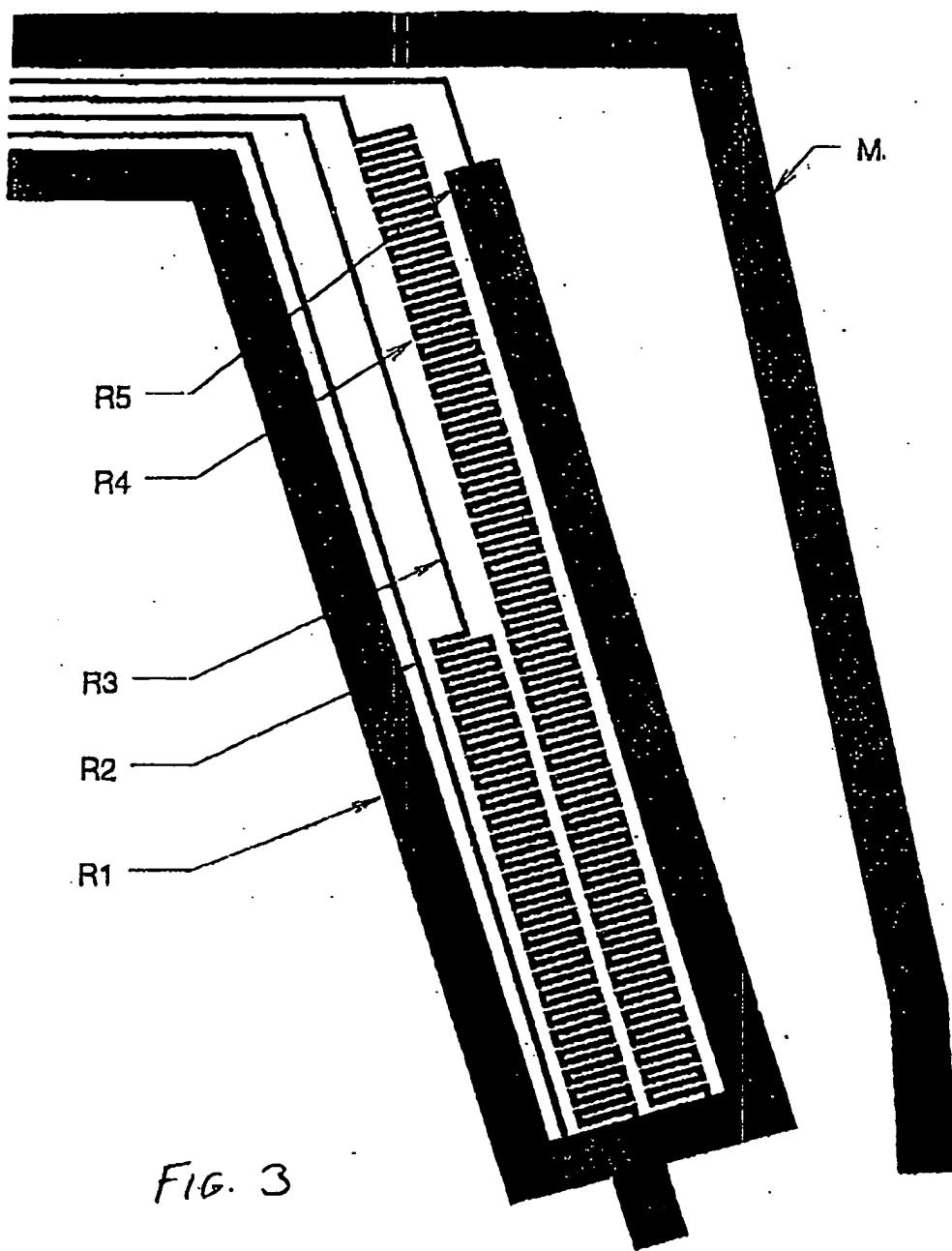


FIG. 3

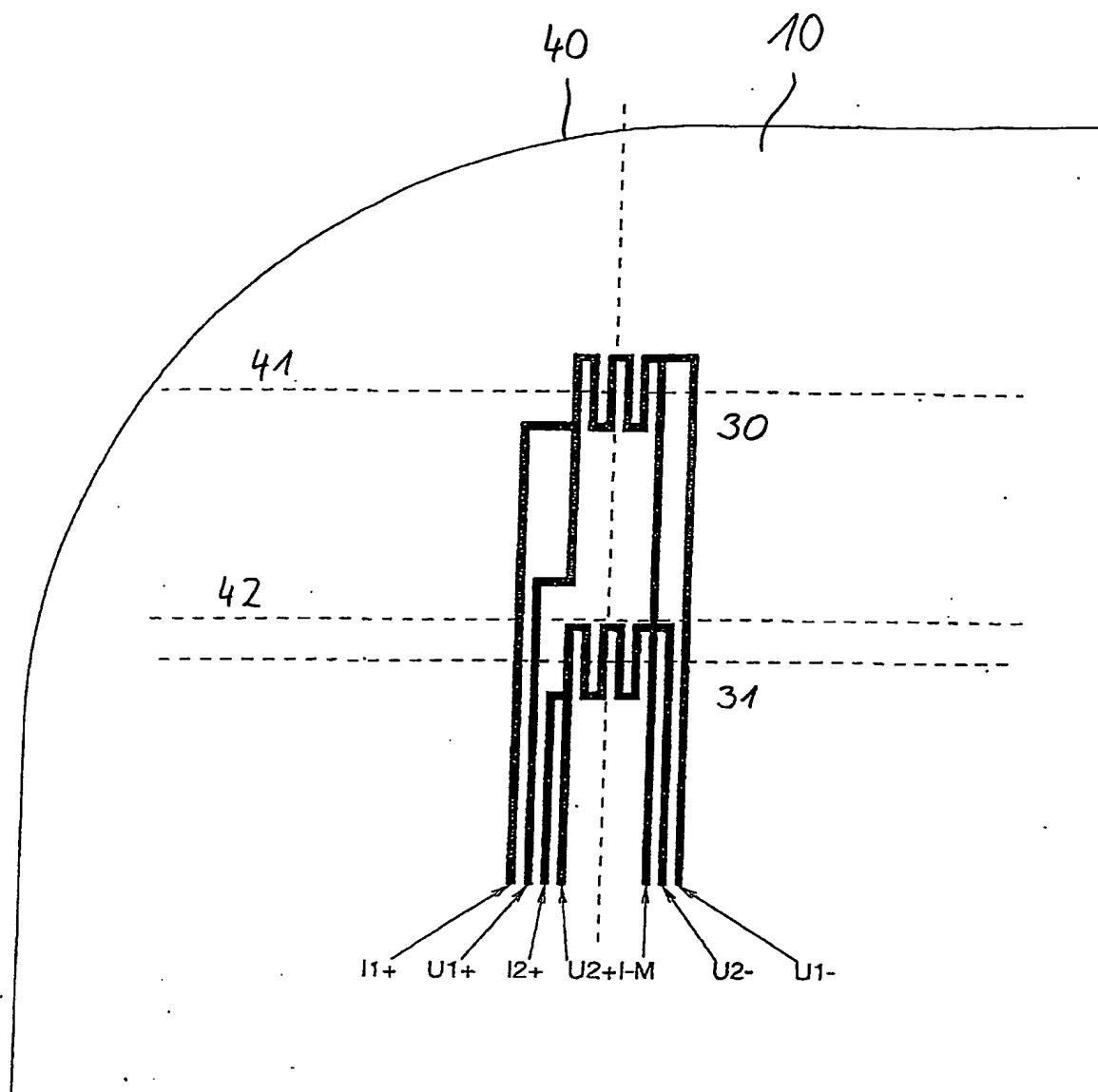


FIG. 4